

明 細 書

円筒ころ軸受

5 <技術分野>

本発明は、自動車のトランスミッション等に用いられ、過大なアキシアル荷重を許容できる円筒ころ軸受に関し、特に、高速回転や低粘度の油を用いた場合、
或いは、潤滑装置が故障して潤滑油が十分に供給できない場合でも、直ちに焼付きを生じさせない様に耐焼付き性を向上させた円筒ころ軸受の改良に関する。

10

<背景技術>

一般に、円筒ころ軸受では、複数の円筒ころを軌道輪の円周方向に案内するため、軌道輪の端部に鰐部を設け、この鰐部の内側面に形成されたころ案内面にころの端面を摺接させるように構成されている。また、自動車のトランスミッション等に用いられる円筒ころ軸受では、ラジアル荷重に加えてアキシアル荷重が負荷されて使用される場合がある。円筒ころ軸受がアキシアル荷重を受けて回転すると、円筒ころの端面が鰐部のころ案内面と接触する箇所にエッジロードのような局部的な応力が作用し、接触面に大きな摩擦が発生する。また、高速回転によりこの摩擦が顕著になると、摩耗や焼付きが発生して軸受の早期破損が起こる場合がある。

20

そこで、ころの端面と鰐部のころ案内面間の接触面圧ができるだけ一様になるように、ころの端面や鰐部のころ案内面にわずかなテーパやクラウニングを設けて、大きなエッジロードが生じないように構成している。

円筒ころ軸受の焼付き防止または低減技術としては、ころと鰐部の接触面同士
の表面粗さを向上させたり、ころ端面にクラウニングを設け、鰐高さの中央位置にてころ端面と接触するようにし、楕円形状となる接触点が例えば逃げ溝に落ちたり、鰐高さより外側に大きくならないように設定されている。

25

従来の技術としては、接触するころの端面と鰐部の表面粗さを改善して潤滑不

良を防止するようにしたころ軸受が知られている（例えば、特開平 7-42746 号公報参照。）。また、潤滑性能を向上させるため、相対移動方向とほぼ直交する方向に加工目を設けるようにしたころ軸受が知られている（例えば、特開平 7-91452 号公報参照。）。また、ころの端面と接触する鏝部の接触領域に複数
5 の微小凹部を設けて油膜形成維持を図ったころ軸受が知られている（例えば、特開平 6-241235 号公報参照。）。さらに、滑りによる発熱を低減するため、ころが鏝部と接触する位置をころの外径面と同じになるように、ころの形状を変えたころ軸受が知られている（例えば、特開平 9-236131 号公報参照。）。
また、ころの端面の面取り部と平面部との交点位置を、鏝面と研削用逃げ部との交点位置よりも、外輪鏝部では半径方向小径側で、内輪鏝部では半径方向大径側とすることにより、転がり接触部におけるころと鏝面内に油膜を確実に形成させて焼付き防止または低減を図る技術も提案されている（例えば、特開 2002-181053 号公報参照。）。
10

しかしながら、特開平 7-42746 号公報や特開平 7-91452 号公報に
15 示されるように表面粗さの改善や任意な加工目を設けることは、特殊な加工設備や加工時間の延長に伴うコストアップの問題や品質の安定性等に課題があった。一方、特開平 6-241235 号公報や特開平 9-236131 号公報に示されるように、ころや鏝部を特殊形状に変える場合においても、ころの加工に伴うコストアップや内輪、外輪の加工追加によるコストアップが考えられるため有効で
20 はない。

また、特開 2002-181053 号公報に示された円筒ころ軸受にあつては、鏝面にクラウニングを施したり、あるいは、内輪鏝面ところの端面との接触部が、点を頂点とした円すいの外径面（内輪鏝面）と球面（ころの端面）との接触となるように構成されている。しかしながら、ころと鏝部の接触部に生じる接触楕円
25 の長径の方向は軸受内輪の半径方向となるため、アキシャル荷重の大きさによってはこの接触楕円が内輪鏝面の逃げ溝、もしくは、鏝面の外径からはみ出してしまい、接触楕円と逃げ溝部との境界面、もしくは接触楕円と鏝面の外径部との境界面でエッジロードが発生するといった問題がある。

さらに、上記接触楕円が鰐面の逃げ溝からはみ出すのを抑えるため、ころと鰐部との接触面である接触楕円の中心位置を鰐面の外径側に上げることが考えられる。しかしながら、この場合には、ころと鰐部間の滑りが大きくなるため、発熱量が増えてしまい軸受の温度上昇、鰐部のカジリや焼付き等が発生するという問題があった。

本発明は、上記の問題を解決するため、軸受のサイズを大きくせずに、焼付き性能を改善し、許容回転数の向上を実現する円筒ころ軸受を提供することを目的とする。

＜発明の開示＞

本発明の上記目的は、以下の構成によって達成される。

(1) 内輪軌道面を有する内輪と、外輪軌道面を有する外輪と、前記内輪軌道面及び前記外輪軌道面間に配された複数の円筒ころと、を備え、前記内輪と外輪の少なくとも一方は前記円筒ころの端面を接触案内するころ案内面を備えた鰐部を有する円筒ころ軸受であって、

前記円筒ころの直径を D_a とし、前記円筒ころの中心軸から径方向に $0.40 D_a$ 離れた前記円筒ころの端面を第一の位置、前記円筒ころの中心軸から径方向に $0.35 D_a$ 離れた前記円筒ころの端面を第二の位置としたとき、前記円筒ころの端面は、前記第一の位置と第二の位置間で前記鰐部のころ案内面と接触し、

前記円筒ころの端面は、前記第一の位置と前記第二の位置を通過する連続した曲線からなる凸状のクラウニング部を備え、

前記第一の位置と前記第二の位置を結ぶ直線と、前記円筒ころの中心軸と垂直な直線がなす角度 α は、 $\alpha \leq 0.5^\circ$ であることを特徴とする円筒ころ軸受。

(2) 前記角度 α は前記ころ案内面の開き角度 θ に対して、 $\alpha < \theta$ を満足し、且つ、前記円筒ころの端面における少なくともクラウニング部の表面粗さは $0.02 \sim 0.15 \mu m R_a$ としたことを特徴とする(1)に記載の円筒ころ軸受。

(3) 内輪軌道面を有する内輪と、外輪軌道面を有する外輪と、前記内輪軌道面及び前記外輪軌道面間に配された複数の円筒ころと、を備え、前記内輪と外輪

の少なくとも一方は前記円筒ころの端面を接触案内するころ案内面を備えた鰐部を有する円筒ころ軸受であって、

前記円筒ころの端面は、所定値以上の荷重が作用した際に前記ころ案内面と接触する凸状のクラウニング部を備え、

- 5 前記荷重が負荷していない状態での前記円筒ころの端面と前記ころ案内面に沿った仮想線とが接する交点と、前記ころの転動面間の径方向距離 h は、前記円筒ころの直径を D_a 、前記ころ案内面の鰐開き角度を θ とし、クラウニング部の曲率半径を R' とすると、

$$h = D_a / 2 - R' \times \sin(\theta)$$

- 10 の関係を満たし、かつ、

$$0.05 \text{ (mm)} \leq h \leq 0.5 \text{ (mm)}$$

となることを特徴とする円筒ころ軸受。

(4) 前記鰐部の鰐高さを L とすると、前記径方向距離 h と前記鰐高さ L の比は、

15 $0.01 \leq h/L \leq 0.13$

を満足し、前記交点は、前記内輪軌道面と前記外輪軌道面の少なくとも一方に形成された逃げ溝に面することを特徴とする (3) に記載の円筒ころ軸受。

- (1) の円筒ころ軸受によれば、鰐部のころ案内面と接触するころの端面の形状を上記のように構成することで、アキシアル荷重が円筒ころ軸受に負荷された際に、鰐部のころ案内面ところの端面との接触部の接触面圧を小さくすることができる。この結果、この接触部の PV 値 (接触面圧 P と滑り速度 V の積) が低減され、耐焼付き性を向上することができる。従って、上記構成によれば、軸受のサイズを大きくせずに、耐焼付き性を改善でき、許容回転数の向上を図ることができる。

- 25 なお、自動車用の円筒ころ軸受においては、円筒ころの外径が 25 mm 以下であれば、円筒ころの軌道面及び端面の研削加工により、 $0.15 \mu\text{m} R_a$ 以下の表面粗さを満足することが可能となる。

また、(3) の円筒ころ軸受によれば、ころの端面形状と鰐部のころ案内面の形

状に基づく、上記交点における径方向距離を上記の範囲に設定している。このため、所定値以上の高いアキシアル荷重が円筒ころ軸受に負荷され、チルトの影響により接触点位置が鰐部の周面に向けて移動したとしても接触点位置がころ案内面から外れることが無く、鰐部のころ案内面ところの端面との接触部の接触面圧を小さくすることができる。この結果、この接触部のPV値（接触面圧Pと滑り速度Vの積）が低減され、耐焼付き性を向上することができる。従って、上記構成によれば、軸受のサイズを大きくせずに、耐焼付き性を改善でき、許容回転数の向上を図ることができる。

10 <図面の簡単な説明>

図1は、本発明の第1実施形態に係る円筒ころ軸受の部分断面図であり、

図2は、図1の円筒ころ軸受において、鰐部のころ案内面と円筒ころの端面とが接触する部分を示す要部拡大図であり、

図3は、第1実施形態の変形例である円筒ころ軸受の部分断面図であり、

15 図4は、直線形状機によって測定される、ころ端面の形状を示す概略図であり、

図5は、第1実施形態の試験における、アキシアル荷重と内輪許容回転数の関係を示す図であり、

図6は、本発明の第2実施形態に係る円筒ころ軸受の部分断面図であり、

20 図7は、図6の円筒ころ軸受において、荷重が作用していない状態での鰐部のころ案内面と円筒ころの端面を示す要部拡大図であり、

図8は、図6の円筒ころ軸受において、荷重が作用した状態での鰐部のころ案内面と円筒ころの端面を示す要部拡大図であり、そして、

図9は、第2実施形態の試験における、回転評価試験の結果を示す図である。

25 尚、図中の符号、1と21は円筒ころ軸受、2と22は内輪、3と23は外輪、4と24は円筒ころ、5は保持器、6と25は鰐部、7と27はころ案内面、10と26は鰐輪、そして28は逃げ溝である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の円筒ころ軸受の各実施形態を図に基づいて説明する。

(第1実施形態)

まず、本発明の第1実施形態に係る円筒ころ軸受について説明する。図1は、第1実施形態に係る円筒ころ軸受の部分断面図であり、図2は、図1の円筒ころ
5 軸受において、鏝部のころ案内面と円筒ころの端面とが接触する部分を示す要部拡大図である。

図1に示されるように、円筒ころ軸受1は、内輪2と、外輪3と、複数の円筒ころ4と、保持器5とを備えている。内輪2は、外周面の中間部に内輪軌道面2aを有しており、外輪3は、内周面の中間部に外輪軌道面3aを有している。内
10 輪軌道面2aと外輪軌道面3aとの間には、保持器5によって円周方向に所定の間隔で保持された円筒ころ4が転動自在に配置されている。

内輪2の一端部及び外輪3の両端部には、円筒ころ4を内輪2及び外輪3の円周方向に案内するための鏝部6が設けられている。鏝部6は、その内側面に円筒ころ4の端面4aを接触案内するころ案内面7を備えている。図2（図示の例は
15 内輪の鏝部）に示されるように、ころ案内面7は、円筒ころ4の軸方向に垂直な面に対して所定の鏝開き角度 θ だけ外側に開いて形成されている。円筒ころ4は、鏝部6のころ案内面7に端面4aを摺接させながら内輪軌道面2a上を転動する。

円筒ころ4の端面4aは、円筒ころ4の直径を D_a とし、円筒ころ4の中心軸CLから径方向に $0.40D_a$ 離れた円筒ころ4の端面4aを第一の位置Aとし、
20 円筒ころ4の中心軸CLから径方向に $0.35D_a$ 離れた円筒ころ4の端面4aを第二の位置Bとすると、第一の位置Aと第二の位置Bとの間で鏝部6のころ案内面7と接触するように形成されている。

円筒ころ4の端面4aは、第一の位置Aと第二の位置Bの2点を通過し、曲率半径Rの連続した曲線によって構成された凸状のクラウニング部4bを備えている。
25 る。また、クラウニング部4bにおいて、第一の位置Aと第二の位置Bの2点を結ぶ直線と円筒ころの中心軸CLと垂直な直線とがなす傾斜角度 α は、次式に示されるように、 0.5° 以下であるように形成されている。

$$\alpha = \tan^{-1} \{ (\text{第一の位置Aでのころ落ち量} - \text{第二の位置Bでのころ落ち量}) / 0.05Da \} \leq 0.5^\circ$$

このように形成される端面4aのクラウニング部4bは、ヤング率が10～500MPaの弾性砥石を用いた、だらし加工によって与えられる。また、円筒ころ4の端面4aにおける少なくともクラウニング部4bの表面粗さは、0.02～0.15 μmRa としている。なお、円筒ころの端面4aは、中心部に円形の凹部4cが形成されると共に、転動面と隣接する部分に面取り部4dが形成されている。

本実施形態では、円筒ころ4の端面4a上の第一及び第二の位置A、B間を、鏝部6のころ案内面7と円筒ころ4の端面4aとが接触する接触域としたので、この接触域は鏝部の厚さのほぼ中央位置と対向し、耐アキシアル荷重を支承する上で最適な位置となる。

また、円筒ころ4の端面4aのクラウニング部4bは、第一の位置Aと第二の位置Bとの2点を通る連続した曲線からなり、傾斜角度 α が 0.5° 以下となるような形状としたので、アキシアル荷重が作用した際に接触域での接触面圧を低下することができ、PV値を低下させることが可能となる。なお、本実施形態では、ころ案内面7の鏝開き角 θ に対して、円筒ころ4の端面4aの接触域における傾斜角度 α を小さく設定しており、傾斜角度 α と鏝開き角度 θ との関係により接触面圧を低下させるように調整している。

さらに、本実施形態では、従来のようにころの端面全体にクラウニングを設けずに、円筒ころ4の端面4a上の第一及び第二の位置A、B間のみを連続した曲線で形成しているので、加工時間が短くなりコストダウンが可能となるとともに、その部分のみを加工することになるため粗さも良好になり、耐焼付き性を向上することができる。なお、クラウニング部4bは、少なくとも第一の位置Aと第二の位置B間に亘って形成されていればよく、2点A、B間から両側に延びるように形成されてもよい。

なお、本実施形態では、内輪側の鏝部について説明したが、外輪側の鏝部も同

様に構成することができる。また、鰐部は内輪、外輪に対して直接フランジ状に形成されたものに限らず、軌道輪とは別体の鰐輪により構成したものでもよい。又、鰐部は両鰐でも片鰐であってもよい。即ち、使用時にアキシアル荷重が一方方向にのみ加わるのであれば、アキシアル荷重が作用する側の端部にのみ、鰐部を設ければよい。例えば、図3に示したように、内輪2に軌道輪と別体の鰐輪10を設け、鰐輪10のころ案内面7と円筒ころ4の端面4aを上述のような構成としてもよい。

また、接触域は、円筒ころ4が鰐部6と接触した際に生じる接触楕円の少なくとも中心が第一及び第二の位置A、B間に位置する場合を含む。

10 (試験1)

次に、円筒ころ4の端面形状が異なる第1実施形態の円筒ころ軸受1を用いて回転性能試験を行った。なお、実施例1～3、比較例1、2に用いられた円筒ころ軸受1は、内径が45mm、外径が75mm、幅が20mmのサイズのものが用いられた。円筒ころ4は、直径Daが7.5mm、長さが13mmのものが用いられ、ころ数を18個とした。また、保持器5として鉄製保持器が使用された。内輪2及び外輪3に設けられた鰐部6の鰐開き角度 θ は 0.5° とした。

内輪軌道面2a、外輪軌道面3a及び鰐部6のころ案内面7の表面粗さは、研磨加工または超仕上げ加工により、 $0.05 \sim 0.20 \mu\text{mRa}$ とした。また、各実施例、比較例における円筒ころ4の転動面の表面粗さは、同じ $0.15 \mu\text{mRa}$ とした。さらに、各実施例、比較例における円筒ころ4の端面4aの表面粗さは、 $10 \sim 500 \text{MPa}$ のヤング率の弾性砥石を用いた、だらし加工により、表1に示した値となる。

表 1

| | ころ中心軸 から0.40Da (3mm)での 平均落ち量 | ころ中心軸 から0.35Da (2.625mm) での平均落 ち量 | ころ端面 での傾斜 角度 α ($^{\circ}$) | ころ端面 での表面 粗さ (μmR a) | 備考 |
|-------|---------------------------------------|---|---|---|----------------|
| 実施例 1 | 5 μm | 1.8 μm | 0.49 | 0.15 | |
| 実施例 2 | 4 μm | 1.9 μm | 0.32 | 0.05 | |
| 実施例 3 | 2.5 μm | 1.5 μm | 0.27 | 0.1 | |
| 比較例 1 | — | — | 0 | 0.2 | 端面クラウ ニング無し |
| 比較例 2 | 10 μm | 6 μm | 0.61 | 0.1 | |

各実施例及び比較例における円筒ころ4の端面形状は、例えば横型の直線形状機を用いて、縦倍率を1000倍程度、横倍率を20倍程度とすることで、図45に示されるように、その連続性や落ち量が各位置でわかるようになっている。

第一の位置Aである、ころ中心軸から径方向に0.40Da離れた位置（ころ中心から3mmの位置）でのころ落ち量は、図4によって得られた2箇所のころ落ち量d1、d1'の平均を算出することによって与えられる。また、第二の位置Bである、ころ中心軸から径方向に0.35Da離れた位置（ころ中心から2.625mmの位置）でのころ落ち量は、図4によって得られた2箇所のころ落ち量d2、d2'の平均を算出することによって与えられる。

各実施例、比較例における第一の位置Aと第二の位置Bでの平均ころ落ち量、2点A、Bの平均ころ落ち量から与えられた傾斜角度 α を表1に示す。なお、比較例1は、端面にクラウニング処理が施されていない円筒ころからなる。

また、各円筒ころ軸受の回転評価試験は、以下の条件で行われた。

<試験条件>

軸受荷重 F_r : 4500N ($C=45000\text{N}$, $P/C=0.1$)

$F_a : 1000 \sim 3000 \text{ N}$

回転数 $N : 4000 \text{ rpm}$ 以上

供給油量 100 cc/min

- 5 図5は、各実施例及び比較例における回転評価試験の結果を示す。試験結果に見られるように、実施例1～3では、比較例1, 2に比べて十分な許容回転数が与えられた。即ち、接触域における、第一の位置Aと第二の位置B間に連続した曲線からなるクラウニング部4bを設け、第一の位置Aと第二の位置Bとを結ぶ傾斜角度 α を鰐開き角度 θ より小さい 0.5° 以下としたので、許容回転数を
10 向上することができた。

これは、実際の使用において、鰐部6ところ4の端面4aとの間に軸受すきまが存在するため、チルトTの影響でころの姿勢が傾き、鰐部6のころ案内面7と
ころ4の端面4aとの接触位置が上下に移動する。しかしながら、各実施例1～3では、ころ4の端面4aの接触域に上記のようなクラウニング部4bを設けた
15 ので、比較例1, 2と比べて接触面を大きくとることができる。その結果、各実施例1～3では、比較例1, 2に比べて接触面圧を低下させることが可能となった。

また、少なくともクラウニング部4bを含む端面4aの表面粗さを $0.02 \sim 0.15 \mu\text{mRa}$ としたので、鰐部6のころ案内面7と円筒ころ4の端面4aとの
20 の摩擦を低下させることが可能になると共に、油膜形成性が改善され、許容回転数が向上した。特に、実施例2では、端面4aの表面粗さを $0.05 \mu\text{mRa}$ とすることにより、鰐部6ところ4の端面4a間での発熱を低下させることが可能となり、許容回転数が向上している。

一方、比較例1では、円筒ころ4の端面4aにクラウニング処理が施されていないため、 $F_a = 1000 \text{ N}$ では、 2000 rpm で、 $F_a = 3000 \text{ N}$ では、
25 500 rpm で、内輪2の鰐部6に焼付き摩耗が発生した。これは、円筒ころ4の端面4aにクラウニング処理が施されていないため、鰐部6での面圧が上昇して焼付いたと考えられる。

また、比較例 2 では、円筒ころ 4 の端面 4 a にクラウニング処理が施されているが、鍔部 6 のほぼ中央部より外側で端面 4 a と接触しているため、すべり速度が大きく、かつ、接触面積が小さく、局所的な接触により焼付きが発生した。

- 従って、第 1 実施形態の円筒ころ軸受によれば、円筒ころ 4 の直径を D_a とし、
- 5 円筒ころの中心軸から径方向に $0.40 D_a$ 離れた円筒ころの端面 4 a を第一の位置 A、 $0.35 D_a$ 離れた円筒ころの端面 4 a を第二の位置 B としたとき、円筒ころの端面 4 a は、第一の位置 A と第二の位置 B 間で鍔部のころ案内面 7 と接触し、円筒ころの端面 4 a は、第一の位置 A と第二の位置 B を通過する連続した曲線からなる凸状のクラウニング部 4 b を備え、第一の位置 A と第二の位置 B を
- 10 結ぶ直線と、円筒ころの中心軸と垂直な直線がなす角度 α は、 $\alpha \leq 0.5^\circ$ であるように構成した。これにより、アキシアル荷重が円筒ころ軸受に負荷された際に、鍔部のころ案内面と端面との接触部の接触面圧を低下させることができ、鍔部／ころ接触部の PV 値（軸受面圧 P とすべり速度 V の積）を下げ、焼付きの発生を抑えることができる。従って、上記構成によれば、軸受のサイズを大
- 15 きくせずに、耐焼付き性を改善でき、許容回転数の向上を図ることができる。

（第 2 実施形態）

- 次に、本発明の第 2 実施形態に係る円筒ころ軸受について説明する。図 6 は、本実施形態に係る円筒ころ軸受の部分断面図であり、図 7 は、図 6 の円筒ころ軸受において、荷重が作用していない状態での鍔部のころ案内面と円筒ころの端面
- 20 とを示す要部拡大図であり、図 8 は、図 6 の円筒ころ軸受において、荷重が作用した状態での鍔部のころ案内面と円筒ころの端面とを示す要部拡大図である。

- 図 6 に示された円筒ころ軸受は、ラジアル荷重と共に高いアキシアル荷重が負荷されるようなトラック用マニュアルトランスミッション用の円筒ころ軸受であり、円筒ころ軸受 21 は、内輪 22 と、外輪 23 と、複数の円筒ころ 24 とを備
- 25 えている。内輪 22 は、外周面に軸方向一端部から延びる内輪軌道面 22 a を有しており、外輪 23 は、内周面の中間部に外輪軌道面 23 a を有している。内輪軌道面 22 a と外輪軌道面 23 a との間には、円筒ころ 24 が転動自在に配置されている。

内輪 2 2 の他端部及び外輪 2 3 の両端部には、円筒ころ 2 4 を内輪 2 2 及び外輪 2 3 の円周方向に案内するための鏝部 2 5 が設けられている。また、内輪 2 2 の一端面には、内輪軌道面 2 2 a よりも大きな外径を有する環状の鏝輪 2 6 が当接されている。鏝部 2 5 及び鏝輪 2 6 は、外輪軌道面或いは内輪軌道面からその周面までの鏝高さを L とし、その内側面に円筒ころ 2 4 の端面 2 4 a を接触案内するころ案内面 2 7 を備えている。図 7（図示の例は内輪の鏝部）に示されるように、ころ案内面 2 7 は、円筒ころ 2 4 の軸方向に垂直な面に対して所定の鏝開き角度 θ だけ外側に開いて形成されている。円筒ころ 2 4 は、鏝部 2 5 のころ案内面 2 7 に端面 2 4 a を摺接させながら内輪軌道面 2 2 a 上を転動する。

円筒ころ 2 4 の端面 2 4 a には、中心部に円形の凹部 2 4 b が設けられると共に、転動面と隣接する部分に面取り部 2 4 c が設けられている。また、円筒ころ 2 4 の端面 2 4 a は、面取り部 2 4 c の径方向外側（図 7 の上側）に、曲率半径 R' の連続した曲線によって構成された凸状のクラウニング部 2 4 d を備えている。

ラジアル荷重及びアキシアル荷重が作用していない状態において、クラウニング部 2 4 d がころ案内面 2 7 に沿った仮想線 C と接触する交点を Q とすると、交点 Q と円筒ころ 2 4 の転動面（或いは内輪軌道面 2 2 a）間の径方向距離 h は、幾何学的に次の関係式を満たしている。

$$h = D_a / 2 - R' \times \sin(\theta) \quad \dots (1)$$

ここで、 D_a は円筒ころの直径を表す。

また、円筒ころ軸受 2 1 が使用される場合には $10 \sim 50 \mu m$ 程度のラジアル隙間が一般に存在している。このため、図 8 に示すように、所定値以上の高いアキシアル荷重が作用した際には、円筒ころ 2 4 が幅方向に傾くチルト T の影響により、交点 Q は径方向上側に位置ずれて、ころ案内面 2 7 と実際に接触する接触点 Q となる。このため、高いアキシアル荷重が作用した際に円筒ころ 2 4 の端面 2 4 a がころ案内面 2 7 のほぼ中央位置、或いは、中央位置より下側で実際に接触するように、荷重が作用していない状態における交点 Q の位置を予め鏝部 2 5 の下側に設定しており、具体的に、交点 Q の径方向距離 h を以下のように設定

する。

$$0.05 \text{ (mm)} \leq h \leq 0.5 \text{ (mm)} \quad \dots (2)$$

即ち、従来では、荷重が負荷されていない状態での円筒ころ24の端面24a
5 ところ案内面27との接触点を鏝高さLのほぼ中央に設定して、アキシアル荷重
が大きくなった場合に大きくなる接触楕円を鏝高さLの中央位置で受けるように
設計されていたが、実際には、鏝高さLの外側に接触楕円がはみ出してしまい、
PV値が高くなり焼付きが発生しやすかった。

そこで、本実施形態の耐ハイアキシアル荷重に対する円筒ころ軸受21は、従
10 来の端面クラウニング部24dの曲率半径R'と鏝部25との関係に対して、ク
ラウニング部24dの曲率半径R'を大きくし、チルトやスキューの影響を考慮
した計算を行うことにより、アキシアル荷重が小さいときには接触点Qを鏝部2
5の下側（内輪軌道面22aの逃げ溝28）に設定し、実アキシアル荷重（例え
ば、1トン以上）が負荷した場合に接触点Qが鏝高さLの中央付近となるように
15 構成している。

なお、本実施形態では、荷重が作用していない状態において、交点Qが（2）
式を満たすように設定すると、交点Qはころ案内面27より径方向内側（図7の
下側）に設けられた逃げ溝28内に面する。ただし、逃げ溝28が小さく設計さ
れ、ころ案内面27が径方向内側まで延出している形状においては、荷重が負荷
20 していない状態において、交点Qはころ案内面27と実際に接触していてもよい。

また、本実施形態では、所定値以上の高いアキシアル荷重が作用した際におけ
るチルトの影響を考慮して、交点Qが鏝高さLを越えないように、荷重が作用し
ていない状態における交点Qの径方向距離hと鏝高さLとの比を以下のように設
定している。

$$0.01 \leq h/L \leq 0.13 \quad \dots (3)$$

従って、本実施形態では、荷重が負荷していない状態において、円筒ころ24
の端面24aと鏝部25のころ案内面27に沿った仮想線Cとの交点Qを鏝部2

5の下側、即ち、交点Qの径方向距離 h が(2)式を満足するように設定している。これにより、所定値以上の過大なアキシアル荷重が作用した場合にチルトTが生じて、交点Qは、鏝高さLのほぼ中央、或いは、中央より下側位置で、接触楕円を生じてころ案内面27と実際に接触する。このため、高荷重が作用した際でも、接触点におけるPV値を低減することができ、耐焼付き性を向上することができる。

なお、本実施形態では、内輪側の鏝部について説明したが、外輪側の鏝部も同様に構成することができる。また、本実施形態は、軌道輪とは別体の鏝輪に形成されたころ案内面と円筒ころの端面との形状によって構成したものでもよい。又、鏝部は両鏝でも片鏝であってもよい。即ち、使用時にアキシアル荷重が一方向にのみ加わるのであれば、アキシアル荷重が作用する側の端部にのみ、鏝部を設ければよい。

なお、本実施形態のような自動車用の円筒ころ軸受においては、円筒ころの外径が25mm以下であれば、円筒ころの軌道面及び端面を研磨加工により0.15 μmRa 以下の表面粗さとし、また、ころ端面や鏝面の接触面を超仕上げにより0.02 μmRa 程度とすることで、焼付き性能を更に向上させることが可能となる。

(試験2)

次に、円筒ころ24の端面形状及び鏝部のころ案内面形状が異なる第2実施形態の円筒ころ軸受21を用いて回転評価試験を行った。なお、実施例4～6、比較例3、4に用いられた円筒ころ軸受21は、JIS名番NUPK313（内径 $\phi 65\text{mm}$ 、外径 $\phi 140\text{mm}$ 、幅33mm、ころ直径： $D_a = 20\text{mm}$ 、ころ長さ： $l = 23\text{mm}$ 、ころ数16個、保持器なしのキーストンタイプ）のものが使用された。

また、内輪軌道面22a、外輪軌道面23a及び鏝部27のころ案内面28の表面粗さは、研磨加工または超仕上げ加工により、0.05～0.20 μmRa とした。さらに、各実施例、比較例における円筒ころ24の転動面の表面粗さは、同じ0.15 μmRa とした。表2は、ころ案内面27の鏝開き角 θ 及び円筒こ

ろ 2 4 の端面 2 4 a のクラウニング部 2 4 d における曲率半径 R' を示す。

表 2

| | クラウニング部の曲率半径 R' (mm) | 鰐開き角度 θ ($^{\circ}$) | 交点 Q における径方向距離 h (mm) | h/L | 備考 |
|-------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------|---------|
| 実施例 4 | 1810 | 0.3 | 0.5 | 0.13 | |
| 実施例 5 | 1140 | 0.5 | 0.05 | 0.01 | |
| 実施例 6 | 800 | 0.7 | 0.2 | 0.05 | |
| 比較例 3 | 1500 | 0.3 | 2.1 | 0.53 | 鰐高さ中央狙い |
| 比較例 4 | 1905 | 0.3 | 0.03 | 0.003 | |

5 また、各円筒ころ軸受の回転評価試験は、以下の条件で行われた。

<試験条件>

軸受荷重 F_r : 19000 N ($C=189000$ N, $P/C=0.1$)

F_a : 25000 N

回転数 N : 500 ~ 6000 rpm (10 分間試験を行い、500 rpm

10 m 毎に増加)

供給油量 5 cc/min (トランスミッションオイル: 80W-90)

なお、試験数は $N=2$ とし、軸受温度が 160°C 以上に上昇するか、若しくは、
 15 磨耗・焼付きによる軸受振動が初期振動と比較して 5 倍となった回転数を許容回転数とした。

図 9 は、各実施例及び比較例におけるに回転評価試験の結果を示す。試験結果に見られるように、実施例 4 ~ 6 では、比較例 3, 4 に比べて十分な許容回転数アップが認められた。

実施例 4 では、クラウニング部 2 4 d の曲率半径 R' を 1810 mm とし、こ
 20 ろ案内面 2 7 の鰐開き角度 θ を 0.3° としており、荷重が作用していない状態での交点 Q の径方向距離 h は 0.5 mm ($h/L=0.13$) となる。このように構成された円筒ころ軸受 2 1 にラジアル荷重とアキシャル荷重が作用した状態

では、チルトTの影響により、交点Qは内輪軌道面から2mmの高さ位置でころ案内面27と接触楕円を生じて実際に接触しており、円筒ころ24の端面24aが鏝高さLのほぼ中央位置で接触することが確認された。また、図9に示された回転評価試験の結果から、回転数が5000rpmまでは、焼付き・磨耗が発生しないことがわかる（5000rpmで10分間経過した時点で焼付き発生。）。

実施例5では、クラウニング部24dの曲率半径 R' を1140mmとし、ころ案内面27の鏝開き角度 θ を 0.5° としており、荷重が作用していない状態での交点Qの径方向距離 h は 0.05mm ($h/L=0.01$)となる。このように構成された円筒ころ軸受21にラジアル荷重とアキシャル荷重が作用した状態では、チルトTの影響により、交点Qは内輪軌道面から1.2mmの高さ位置でころ案内面27と接触楕円を生じて実際に接触しており、円筒ころ24の端面24aが鏝高さLの中央より下側で接触していることが確認された。また、図9に示された回転評価試験の結果から、回転数が6000rpmまでは、焼付き・磨耗が発生しないことがわかる（6000rpmで10分間経過した時点で焼付き発生。）。

更に、実施例6では、クラウニング部24dの曲率半径 R' を800mmとし、ころ案内面27の鏝開き角度 θ を 0.7° ところ案内面27をさらに傾斜させた構成としており、荷重が作用していない状態での接触点Qの径方向距離 h は 0.2mm ($h/L=0.05$)となる。このように構成された円筒ころ軸受にラジアル荷重とアキシャル荷重が作用した状態では、チルトTの影響により、交点Qは内輪軌道面から1.6mmの高さ位置でころ案内面27と接触楕円を生じて実際に接触し、円筒ころ24の端面24aが鏝高さLのほぼ中央で接触していることが確認された。また、図9に示された回転評価試験の結果から、回転数が5500rpmまでは、焼付き・磨耗が発生しないことがわかる（5500rpmで10分間経過した時点で焼付き発生。）。

一方、比較例3では、クラウニング部24dの曲率半径 R' を1500mmとし、ころ案内面27の鏝開き角度 θ を 0.3° とした構成としており、荷重が作用していない状態での交点Qの径方向距離 h は 2.1mm ($h/L=0.53$)

となる。即ち、比較例 3 では、荷重が作用していない状態での交点 Q はころ案内面 27 と実際に接触する接触点であり、鏝高さ L のほぼ中央位置となっている。

しかしながら、ラジアル荷重とアキシアル荷重が作用した状態では、チルト T の影響により、交点 Q は 4 mm の高さ位置に移動してしまい、円筒ころの端面の交

5 点 Q は、計算上ころ案内面の外径側より大きくなる。このため、周速度 V も高くなり、回転数が 1000 rpm で 5 分間経過した際に焼付き・磨耗が発生した。

さらに、比較例 4 では、クラウニング部 24 d の曲率半径 R' を 1905 mm とし、ころ案内面 27 の鏝開き角度 θ を 0.3° とした構成であり、荷重が作用していない状態での交点 Q の径方向距離 h は 0.01 mm ($h/L = 0.003$)

10 となる。即ち、比較例 4 では、端面 24 a のクラウニングがほぼない状態に近い仕様であり、円筒ころ 24 の端面 24 a は逃げ溝 28 でのエッジ当たりを発生している。この構成において、ラジアル荷重とアキシアル荷重が作用した状態では、チルト T の影響があっても、交点 Q の位置は逃げ溝内に位置しており、端面 24 a は逃げ溝でのエッジ当たりを発生する。このため、回転数が 500 rpm にお
15 いて、4 分といった短時間で焼付き・磨耗が発生した。

従って、本回転耐久試験からわかるように、円筒ころ 24 の端面 24 a ところ案内面 27 に沿った仮想線 C との交点 Q における径方向距離 h を式 (2)、式 (3) を満たすように設計することで、許容回転数を増加させることができ、焼付き性能を向上できることが確認される。

20 従って、第 2 実施形態の円筒ころ軸受によれば、ころ 24 の端面 24 a は、所定値以上の荷重が作用した際にころ案内面 27 と接触する凸状のクラウニング部 24 d を備え、荷重が負荷していない状態でのころ 24 の端面 24 a ところ案内面 27 に沿った仮想線 C とが接する交点と、ころ 24 の転動面間の径方向距離 h は、円筒ころ 24 の直径を D_a 、ころ案内面 27 の鏝開き角度を θ とし、クラウ
25 ニング部 24 d の曲率半径を R' とすると、 $h = D_a / 2 - R' \times \sin$
(θ) の関係を満たし、かつ、 $0.05 \text{ (mm)} \leq h \leq 0.5 \text{ (mm)}$ となるように構成した。これにより、所定値以上の高いアキシアル荷重が円筒ころ軸受に負荷され、チルトの影響により接触点位置が鏝部の周面に向けて移動した

としても接触点位置がころ案内面から外れることが無く、鰐部のころ案内面と
ころの端面との接触部の接触面圧を小さくすることができる。この結果、この接触
部のPV値（接触面圧Pと滑り速度Vの積）が低減され、耐焼付き性を向上する
ことができる。従って、上記構成によれば、軸受のサイズを大きくせずに、耐焼
5 付き性を改善でき、許容回転数の向上を図ることができる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範
囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にと
って明らかである。

本実施形態においては、SUJ2の標準的な熱処理が行われたが、円筒ころ及
10 び内外輪に浸炭及び浸炭窒化処理を施すことにより耐焼付き性を向上することが
できる。更に、材料として肌焼鋼を用いることで、残留オーステナイト量を20
～45%とし、表面硬さをHv700～850とすることで更なる耐焼付き性を
向上することができる。

また、本実施形態の保持器に関しては、鉄製のプレス保持器、プラスチック保
15 持器、保持器がないキーストンタイプ等のいずれであってもよい。尚、第2実施
形態では、保持器のないキーストンタイプの円筒ころ軸受を用いて試験を行った
が、鉄製のプレス保持器、又は、高速回転となる使用において、プラスチック保
持器を用いることにより、円筒ころと保持器の摩擦係数が低下するため、更に焼
付き性能を向上することができる。

20 本出願は、2003年6月12日出願の日本特許出願（特願2003-168107）、2003
年8月11日出願の日本特許出願（特願2003-291258）に基づくものであり、そ
の内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

25 以上のように、本発明は、軸受のサイズを大きくせずに、耐焼付き性を改善で
き、許容回転数の向上を図ることができる円筒ころ軸受として有用なものである。

請 求 の 範 囲

1. 内輪軌道面を有する内輪と、外輪軌道面を有する外輪と、前記内輪軌道面及び前記外輪軌道面間に配された複数の円筒ころと、を備え、前記内輪と外輪の少なくとも一方は前記円筒ころの端面を接触案内するころ案内面を備えた鏝部を有する円筒ころ軸受であって、

前記円筒ころの直径を D_a とし、前記円筒ころの中心軸から径方向に $0.40 D_a$ 離れた前記円筒ころの端面を第一の位置、前記円筒ころの中心軸から径方向に $0.35 D_a$ 離れた前記円筒ころの端面を第二の位置としたとき、前記円筒ころの端面は、前記第一の位置と第二の位置間で前記鏝部のころ案内面と接触し、
前記円筒ころの端面は、前記第一の位置と前記第二の位置を通過する連続した曲線からなる凸状のクラウニング部を備え、

前記第一の位置と前記第二の位置を結ぶ直線と、前記円筒ころの中心軸と垂直な直線がなす角度 α は、 $\alpha \leq 0.5^\circ$ であることを特徴とする円筒ころ軸受。
2. 前記角度 α は前記ころ案内面の開き角度 θ に対して、 $\alpha < \theta$ を満足し、且つ、前記円筒ころの端面における少なくともクラウニング部の表面粗さは $0.02 \sim 0.15 \mu m R_a$ としたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の円筒ころ軸受。

3. 内輪軌道面を有する内輪と、外輪軌道面を有する外輪と、前記内輪軌道面及び前記外輪軌道面間に配された複数の円筒ころと、を備え、前記内輪と外輪の少なくとも一方は前記円筒ころの端面を接触案内するころ案内面を備えた鏝部を有する円筒ころ軸受であって、

前記円筒ころの端面は、所定値以上の荷重が作用した際に前記ころ案内面と接触する凸状のクラウニング部を備え、
前記荷重が負荷していない状態での前記円筒ころの端面と前記ころ案内面に沿った仮想線とが接する交点と、前記ころの転動面間の径方向距離 h は、前記円筒ころの直径を D_a 、前記ころ案内面の鏝開き角度を θ とし、クラウニング部の曲率半径を R' とすると、

$$h = Da / 2 - R' \times \sin(\theta)$$

の関係を満たし、かつ、

$$0.05 \text{ (mm)} \leq h \leq 0.5 \text{ (mm)}$$

となることを特徴とする円筒ころ軸受。

- 5 4. 前記鏝部の鏝高さをLとすると、前記径方向距離hと前記鏝高さLの比は、

$$0.01 \leq h / L \leq 0.13$$

を満足し、前記交点は、前記内輪軌道面と前記外輪軌道面の少なくとも一方に形成された逃げ溝に面することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の円筒ころ軸受。

10

図 1

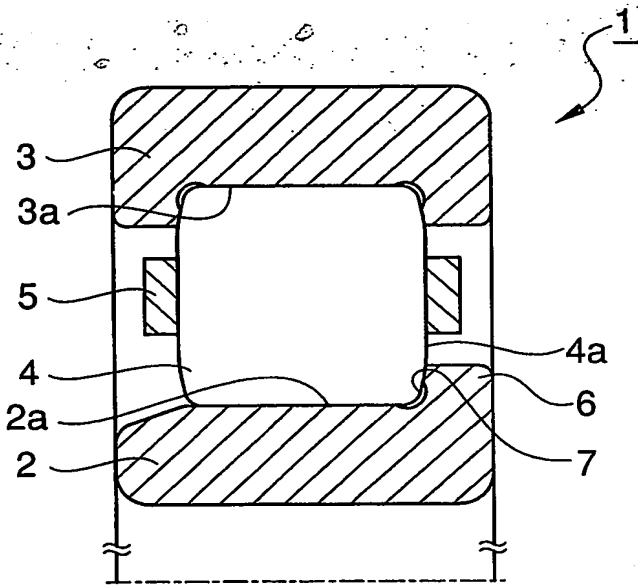


図 5

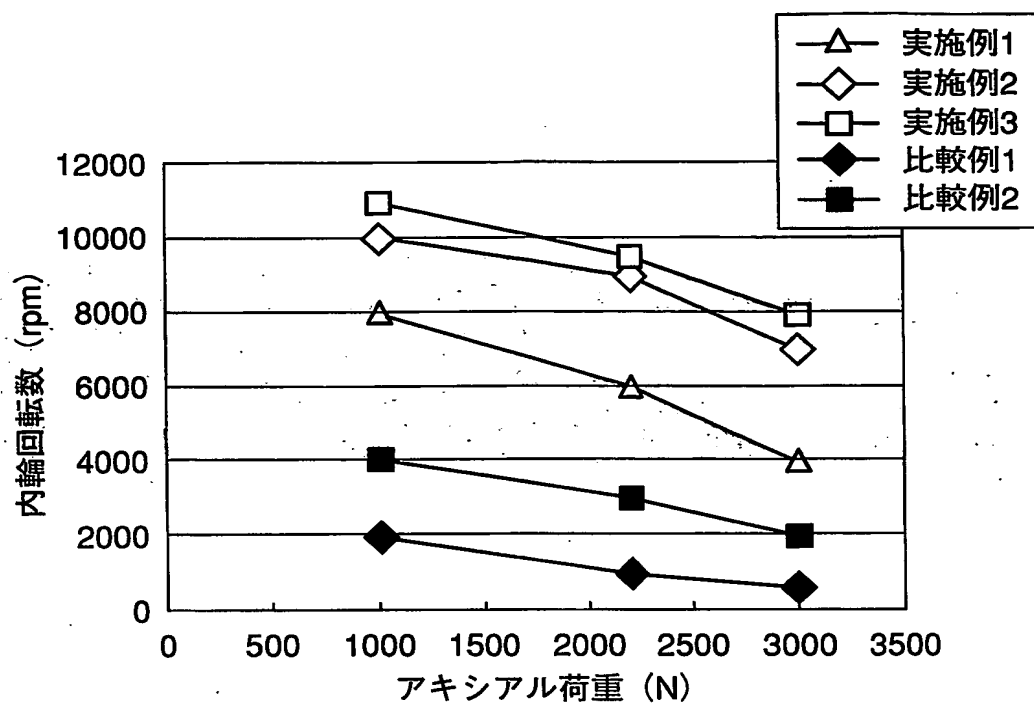


図 6

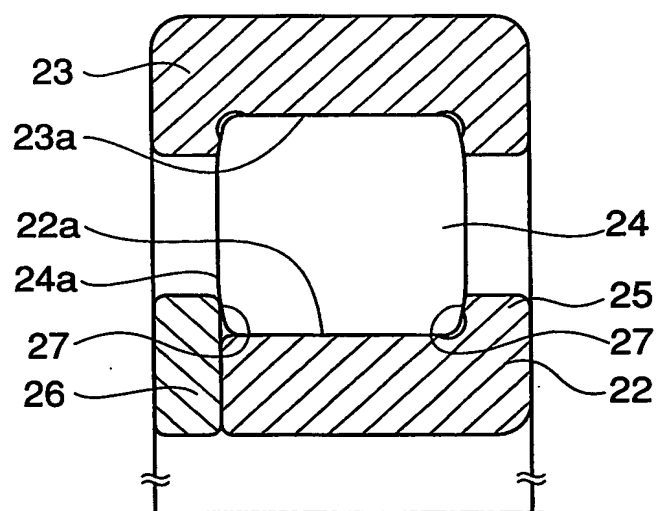


図 7

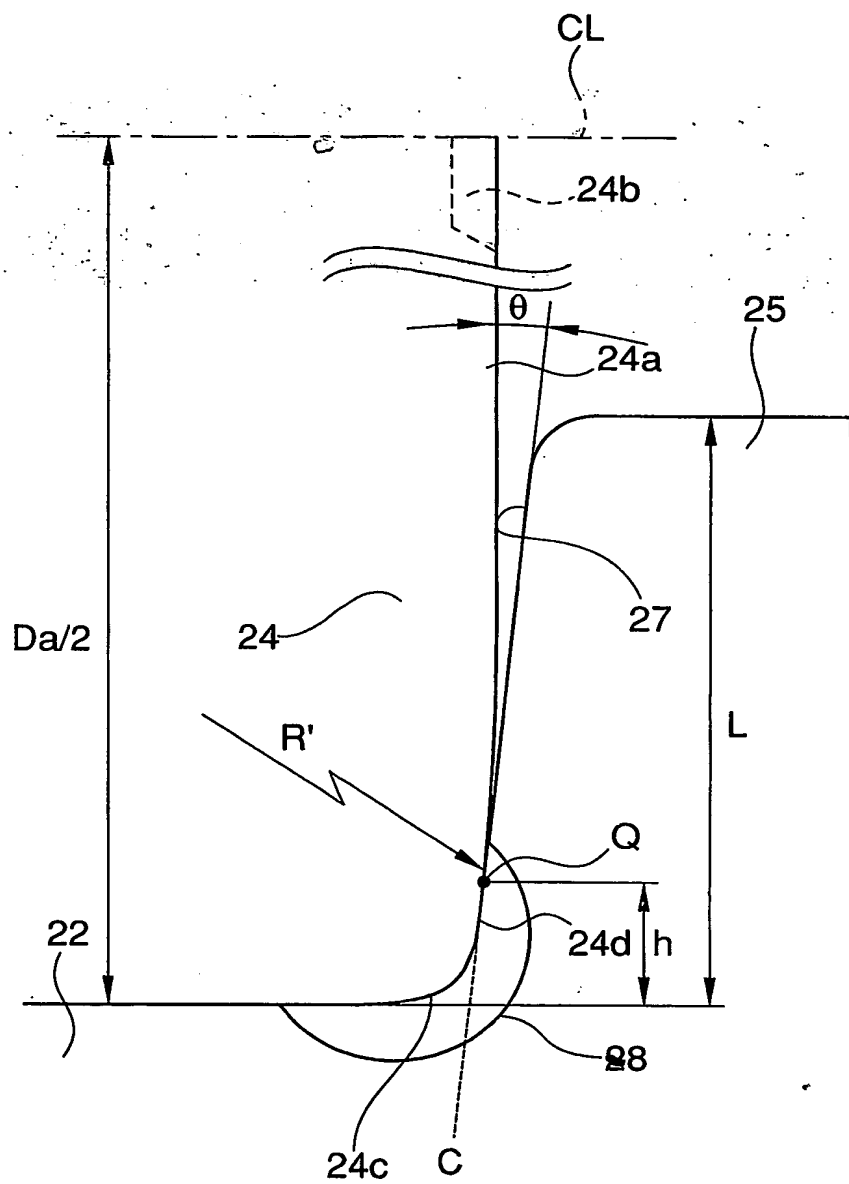


図 8

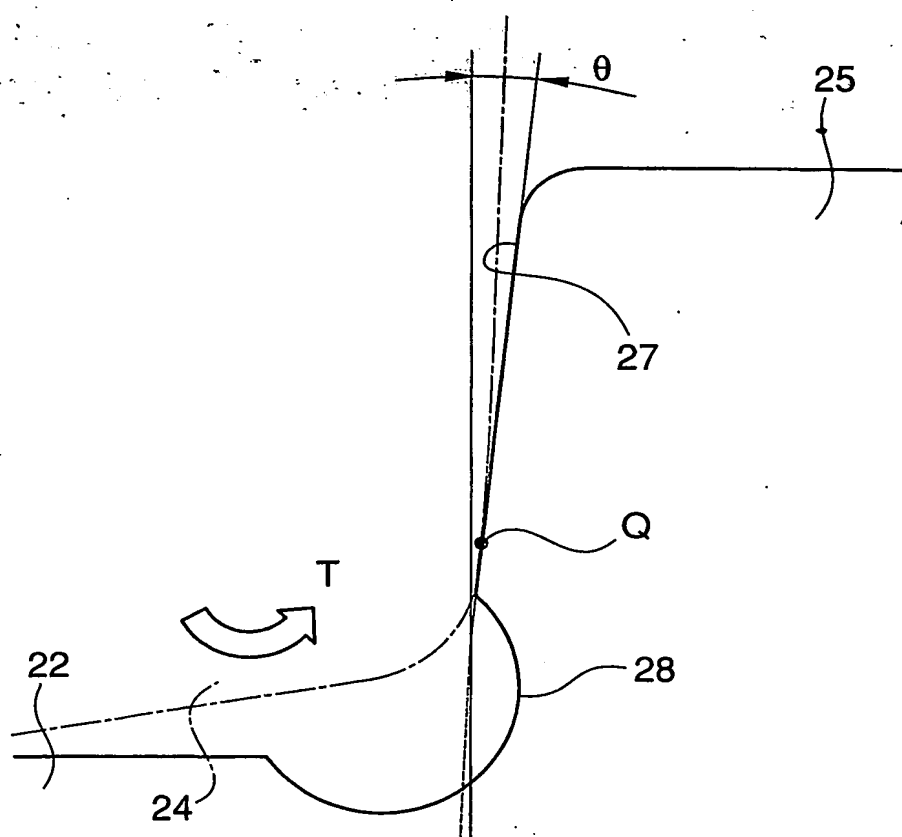
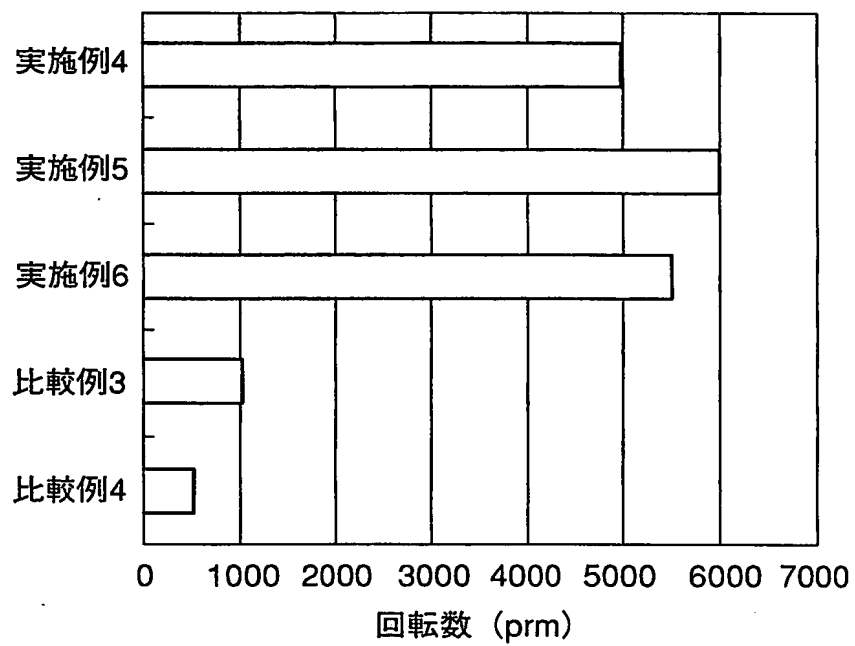


図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C33/34, 33/58, 19/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C33/34-33/36, 33/58-33/64, 19/22-19/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X Y | JP 59-106719 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 20. June, 1984 (20.06.84), (Family: none) | 1, 3-4 2 |
| Y | JP 9-229057 A (NSK Ltd.), 02 September, 1997 (02.09.97), Table 1 (Family: none) | 2 |
| Y | JP 10-196660 A (NSK Ltd.), 31 July, 1998 (31.07.98), Table 1 & DE 19750345 AI & US 5890815 A | 2 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 August, 2004 (17.08.04)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 76800/1975 (Laid-open No. 156346/1976) (NSK Ltd.), 13 December, 1976 (13.12.76), (Family: none) | 1-4 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16C33/34, 33/58, 19/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16C33/34-33/36, 33/58-33/64, 19/22-19/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X Y | JP 59-106719 A (光洋精工株式会社) 1984. 0 6. 20 (ファミリーなし) | 1, 3-4 2 |
| Y | JP 9-229057 A (日本精工株式会社) 1997. 0 9. 02, 【表1】 (ファミリーなし) | 2 |
| Y | JP 10-196660 A (日本精工株式会社) 1998. 0 7. 31, 【表1】 & DE 19750345 A1 & U S 5890815 A | 2 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 08. 2004

国際調査報告の発送日

07. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 泰智

3 J

9 2 4 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | 日本国実用新案登録出願50-76800号（日本国実用新案登録出願公開51-156346号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本精工株式会社）1976.12.13（ファミリーなし） | 1-4 |